

ČO SA DÁ VYŤAŽIŤ Z VEDECKEJ HRAČKY?



RNDr. Katarína Teplanová, PhD.

SCHOLA LUDUS, Bratislava

kteplanova@scholaludus.sk

Anotácia

Z vedeckej hračky sa dá spraviť „prípadovej čiernej skrinky“. Formát prípadov čiernej skrinky predstavuje všeobecný vzdelávací rámec SCHOLA LUDUS na autentické provedenie poznávania vedeckých hračiek, klasických a aj tých, s ktorými sa hrajú vedci.

Prezentovaný je všeobecný vzdelávací formát pre prípady čiernej skrinky, ktorý zahŕňa (1) všeobecnú poznávaciu koncepciu, (2) všeobecné zameranie a kľúčové otázky, (3) všeobecnú konštruktivistickú schému poznávania a (4) princíp rozvoja učenia so spätnou väzbou. Formát je rozdelený do šiestich stupňov poznávania, za znak porozumenia na každom stupni sa považuje objavenie vedeckého vtípu. V príspevku je prezentovaný tiež poznávací rámec prípadu čiernej skrinky pre otvorené on-line vzdelávanie a návrh na uplatňovanie prípadov čiernej skrinky v školskom prostredí formou školského projektu.

Čierna skrinka – pojem

Čierna skrinka je zaužívaný pojem pre komplexný dynamický systém, ktorý je charakterizovaný len vstupmi a výstupmi, so širokým uplatnením v technike, vede aj vzdelávaní.

Na všetky technické zariadenia možno nazerať aj ako na čierne skrinky. Do symbolických čiernych skriniek možno dočasne odložiť ešte neriešené či nevyriešené problémy, alebo odstaviť tie, ktorými sa nepotrebujeme nateraz bližšie zaoberať a pre ďalšie úvahy nám stačí vedieť odkiaľ čo do nich vchádza a čo z nich vychádza a kam.

Na princípe čiernej skrinky možno tvoriť aj fyzické alebo myšlienkové vzdelávacie hračky typu *vstup/funkcia/výstup*. Cieľom takejto hry je na základe známych vstupov a pozorovaných výstupov usudzovať na funkciu, ktorou sa to, čo sa do systému vloží, zmení na to, čo zo systému vychádza (pozri ďalej klasická čierna skrinka). Na princípe čiernej skrinky možno rozvíjať bádateľské aktivity nad uzatvorenými komplexnými dynamickými systémami (pozri ďalej uzavretá čierna skrinka).

S princípom čiernej skrinky možno operovať nad ľubovoľným otvoreným komplexným dynamickým systémom ako s vedeckým a vzdelávacím myšlienkovým nástrojom (pozri ďalej fiktívna čierna skrinka a prípad čiernej skrinky SCHOLA LUDUS).

1 Klasická čierna skrinka

Klasické čierne skrinky sa zvykli realizovať v tvare krabičiek so skrytými fyzickými objektmi, s matematickým algoritmom, s logickými obvodmi a pod.

Čierna skrinka predstavuje reálny systém (objekt, proces, jav) s vnútornou organizáciou, štruktúrou a prejavmi, o ktorých nemá pozorovateľ žiadne informácie, ale má možnosť ovplyvniť celý systém cez vstupy a sledovať/registrovať reakciu systému cez výstupy.

Podľa Ashby (1956)

1. Hráč systém skúša. Mení vstupy a pozoruje výstupy. Predpokladá, že medzi vstupmi a výstupmi existuje jednoznačný vzťah.
2. Hráč uvažuje o vzťahu medzi vstupmi a výstupmi. Na základe pozorovaných faktov si tvorí domnienky o tom ako skrinka asi funguje.
3. Hráč si svoje domnienky preveruje ďalšími pokusmi.

Popísaným spôsobom hráč a čierna skrinka predstavujú systém so spätnou väzbou. Hráč sa dopracuje k riešeniu opakovaním hry s novými hodnotami na vstupoch. Hľadané riešenie je jednoznačné a zvyčajne jediné.

Apresian (1960 in Cápaj&Magdin 2013b) charakterizuje klasickú metódu čiernej skrinky ako postupnosť štyroch krokov:

1. definícia faktov, ktoré majú byť objasnené,
2. formulácia hypotéz vhodných na objasnenie faktov,
3. modelovanie funkčnosti systému na základe vytvorených hypotéz (tvorba takých univerzálnych modelov, ktoré potvrdzujú sledované fakty a umožňujú predvídať prejavy systému aj pri ďalších iných vstupoch),
4. experimentálne preverenie modelu.

2 Uzatvorená čierna skrinka

Uzatvorená čierna skrinka sa líši od klasickej tým, že nemá zjavné vstupy a výstupy, takže nemusí byť hneď zrejmé, čo do čiernej skrinky vchádza a čo z nej vychádza.

Haverlíková (2012) ponúkla žiakom možnosť vytvoriť k uzatvorenej čiernej skrinke s voľnými telieskami vo vnútri inú, vlastnú hračku - škatuľku s podobnými, resp. rovnakými prejavmi škatuľky navonok.

Z hľadiska klasickej metódy čiernej skrinky, žiaci neriešili explicitne čiernu skrinku! Žiaci s čiernou skrinkou hrkali, škatuľku prevracali, posúvali, šmýkali, kývali a pod. Na

základe svojich pozorovaní skúšali vkladať do svojej škatuľky objekty rôznych tvarov a materiálov hľadajúc „rovnaké“ účinky.¹

S uzatvorenou čiernou skrinkou sa môžu žiaci hrať a zároveň autenticky a pro-vedecky učiť, v súlade cyklom SCHOLA LUDUS (Teplanová, 2009). Od žiaka sa očakáva, že postupne

1. skúša, pozoruje, zistí a popíše: keď s hračkou vhodne hýbem (vstup), tak sa z hračky šíri zvuk (výstup),
2. mapuje, skúma možnosti „aký vstup, tak taký výstup“ (príčina – následok, aký spôsob pohybu hračky vyvolám, taký hrmot, jemný šuchot, cinknutie počujem),
3. modeluje, domnieva sa, usudzuje, predstavuje si, čo je asi vo vnútri čiernej skrinky a čo sa tam asi s tým deje (názory o tom, ako je možné, že pri konkrétnom vstupe je práve taký výstup). K tomu si vybavuje dávnejšie získané poznatky a pýta sa: Narážanie čoho konkrétneho do čoho konkrétne by mohlo vyvolať práve také zvuky a za akých podmienok? Tvorí si vlastné modely a tie si, porovnávaním s uzatvorenou čiernou skrinkou, preveruje.
4. svoje názory zovšeobecňuje, tvorí a formuluje „vedecké hypotézy“. Z akých materiálov môžu byť telieska vo vnútri čiernej skrinky a aké musia mať povrchy, aké musia byť veľké v porovnaní s rozmermi čiernej skrinky, aké tvary môžu mať, aby sa pri rovnakej manipulácii ako s uzatvorenou čiernou skrinkou dosiahli dostatočne podobné zvuky.
5. Uvedomuje si zmenu, ktorú v nazeraní na uzatvorenú čiernu skrinku hrou dosiahol. Dosiahnuté poznanie – hypotézu osadzuje do širšieho kontextu. V prípade uzatvorenej skrinky uvažuje napríklad takto:
 - Ak podľa mojej hypotézy vytvorím podobnú čiernu skrinku tak, že všetky tvary, pomery rozmerov, materiály teliesok a kvalita ich povrchov bude rovnaká ako v uzatvorenej čiernej skrinke, len rozmery skrinky a teliesok budú iné, bude sa dať s takto vytvorenou čiernou skrinkou manipulovať podobne?
 - Môže každá podobná skrinka vytvorená v súlade s aktuálnou hypotézou vydávať podobné zvuky ako čierna skrinka?
6. Dosiahnuté poznanie zhodnocuje.

¹Hra s konkrétnou uzatvorenou skrinkou môže pokračovať aj s iným zameraním. Napríklad je možné sledovať zotrvačné vlastnosti systému, tvoriť si rôzne modely interakcií teliesok v škatuľke so škatuľkou a modely interakcií teliesok navzájom, realizovať frekvenčnú analýzu zvukov, alebo tvoriť si škatuľky so zámerne inými vlastnosťami.

- Možno si na základe poslednej otázky z 5. kroka „podobnú“ uzatvorenú škatuľku s inými rozmermi vytvorí a zistí, že zvuky z nej nie sú rovnaké ako z pôvodnej čiernej skrinky a na základe výsledku hypotézy zo 4. kroku upraví (napríklad, frekvencie zvukov môžu byť násobkami zvukových frekvencií z kľúčovej skrinky, intenzita zvuku bude väčšia a pod.)
- Možno svoje bádanie skončí pri otvorenej otázke. Nevadí, už samotné vyslovenie otvorenej otázky je z hľadiska ďalšieho poznávania dôležité. Reprezentuje uvedomovanie si reality.

Žiak si uvedomuje, kam sa až „vedeckou hrou“ s uzatvorenou čiernou skrinkou dostal. A poznaním je aj postup, metóda, ktorou sa dopracoval od hrkotajúcej uzatvorenej čiernej skrinky k jej vnútornému obsahu. Od analýzy zvukov (a možno aj frekvencií) k analýze objektov vo vnútri skrinky. (Na základe tejto metódy by sa možno dali vyrábať uzatvorené skrinky s definovanými frekvenciami pre účely hudobnej produkcie.)

Úprimne, čakali ste, ako „vedecky“ a bez „vzorcov“ sa dá hra s takou na pohľad dokonca nezaujímavou vecou rozvinúť?!

Hra s uzatvorenou čiernou skrinkou tiež ilustruje hneď niekoľko významných momentov autentického pro-vedecké učenie (sa).

- Uplatňuje sa paralelná metóda (metóda paralelných hračiek: daná škatuľka a vlastná).
- Poznávanie nie je priamočiare (príčina/následok).
- Uzatvorená čierna skrinka predstavuje komplexný dynamický systém a nie je čiernou skrinkou preto, že je v nej niečo skryté, ale preto, že
 - na základe vonkajšej akcie (bez viditeľného „vchodu“ do škatuľky) sa s hračkou navonok a aj vo vnútri niečo deje (a dá sa to sluchom a možno aj pocitmi z ruky registrovať ako výstup) a
 - to, čo registrujeme – vonkajšie prejavy (intenzita a povaha zvuku) a to, čo dedukujeme (vzájomný pohyb a interakcie medzi zložkami systému), závisí od toho, čo vykonávame (aký spôsob pohybu, akou silou a ako intenzívne).
- Cieľ hry „vytvoriť škatuľku s rovnakými prejavmi“ je z hľadiska učenia témy zástupný. Služi na to, aby žiaci nadobudli široký nepojmový vhľad (zážitky z hrania

s vlastnosťami a prejavmi teliesok v škatuľke)². Neuvedomelé učenie sa je nutným predpokladom na efektívnu tematizáciu a následné uvedomelé učenie sa.³

3 Fiktívna čierna skrinka ako nástroj na poznávanie vedeckých hračiek

Čiernou skrinkou je fiktívne vymedzená oblasť v sledovanom procese, o ktorej sa predpokladá, že sa v nej odohrávajú pre vývoj prípadu rozhodujúce udalosti a ktorej „správne vymedzenie“ môže byť kľúčom k porozumeniu celého procesu.

Na hru s fiktívnou čiernou skrinkou sú potrebné dve veci: 1. sledovaný reálne zložitý proces, ktorému chceme porozumieť, 2. fiktívna čierna skrinka, ktorú použijeme ako mentálny nástroj na to, aby sme sa dopracovali k vysvetleniu a pochopeniu sledovaného procesu.

Myšlienka hry s fiktívnou čiernou skrinkou je jednoduchá: časť z priebehu sledovaného procesu sa ohraničí/prekryje fiktívnou čiernou skrinkou a z časti procesu, ktorý ostane neprekrytý, sa „odčíta“ to, čo do čiernej skrinky vchádza a to, čo z nej vychádza. A keďže popísaná operácia je len fiktívna, sledovaný proces ostane neporušený.

3.1 Definovanie fiktívnej čiernej skrinky

Vstupy do a výstupy z fiktívnej čiernej skrinky predstavujú dva významné stavy sledovaného procesu.

Pre objavenie fiktívnej čiernej skrinky treba rozpoznať v prejavoch pozorovaného komplexného procesu významné „okamihy zmeny“. Sú to tie okamihy, v ktorých sa sledovaný proces (1) spúšťa či (2) výrazne mení alebo (3) vrcholí a (4) končí. Sú to momenty, za ktorými, respektíve medzi ktorými, možno predpokladať pre pozorovaný proces rozhodujúce, určujúce interakcie. Tie, ktoré umožňujú usudzovať na „vnútorný mechanizmus“ fungovania fiktívnej čiernej skrinky: predstavovať si, čo

²Pojem vhlád (Burian, 2008) predstavuje nepojmové poznanie, ktoré spočíva v aktívnom a bdelom pozorovaní realizovanej činnosti, pričom sa skúsenosť postupne prekresľuje, spresňuje a tým získavame prehľad o jemnej štruktúre priebehu tejto skúsenosti. A tento vhlád nám umožňuje zamerať našu pozornosť na nové zložky skúsenosti, ktoré sme si predtým nevšimli.

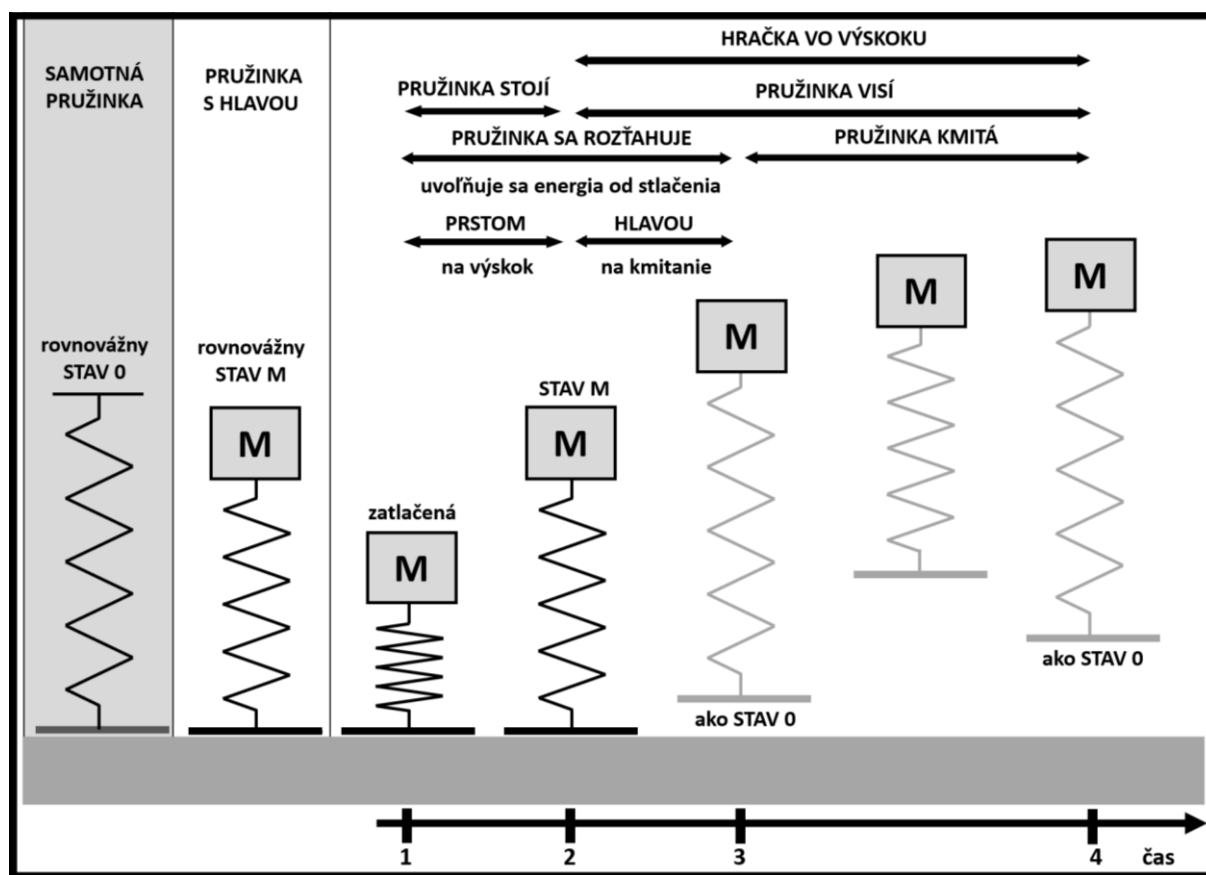
³Tri vývojové štádiá autentického učenia sa: od neuvedomelého poznávania VECl, cez tematizáciu VECl, k uvedomelému poznávaniu VECl.(Teplanová, 2007, 2009, 2020) V prácach (Teplanová 2007, 2009) je taktiež priblížená postupnosť pro-vedeckého objavovania VECl: od reálnej zložitosti k zjednodušovaniu a späť do reálnej zložitosti (na kvalitatívne novej úrovni poznania)

sa za nepriesvitným plášťom čiernej skrinky asi nachádza a odohráva od okamihu, keď sa do jej priestoru dostanú „vstupy“ a skôr než z neho vyjdú „výstupy“.

Napríklad, v prípadoch hračiek približovaných v Dodatkoch 1-3 (Teplanová 2020, s. 75 - 87) môže byť čierna skrinka (Obr. 1) vymedzená nasledovne: v prípade „panáčika na rampe“ okamihom úderu do páky a okamihom, v ktorom sa panáček dotkne prekážky, v prípade „panáčika na rebríčku“ okamihom, keď sa panáček začne na priečke otáčať a okamihom, keď dopadne na nasledujúcu priečku, v prípade „panáčika na lanku“ dvojicou krajných stabilných stavov cyklu, keď skrčený panáček na lanku visí a keď sa vzpriamený zapiera do lanka nohou.

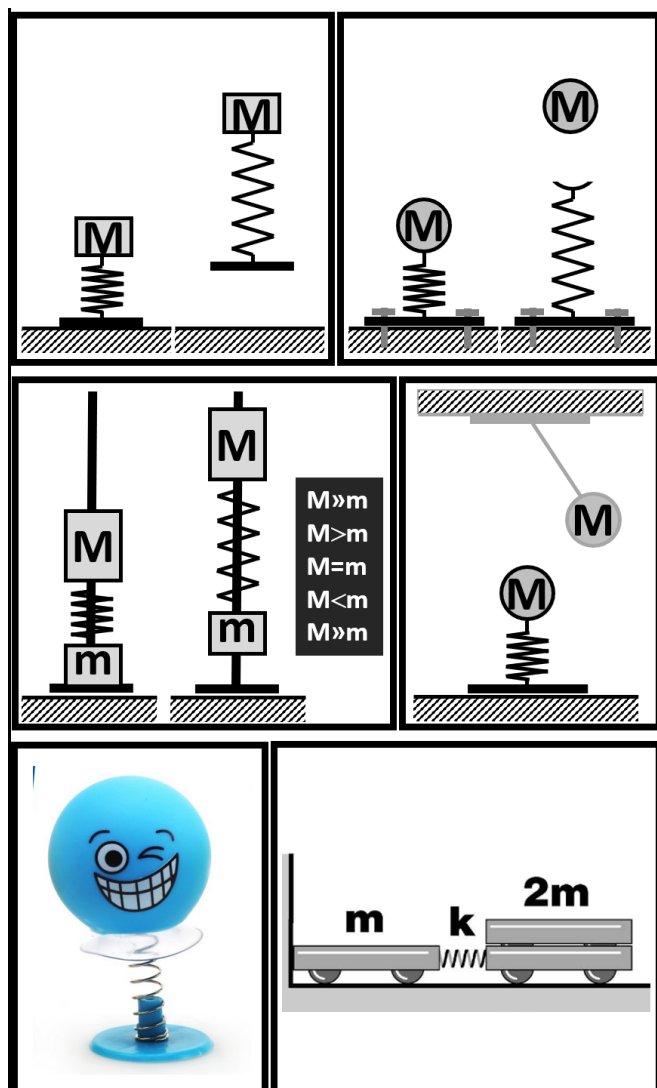
Iná situácia je v prípade „vyskakovej hračky s pružinkou“ (Teplanová 2020, s. 42 – 43). Pri zaujatí efektom výskoku sa ponúka sledovať ako čiernu skrinku fázu „od okamihu výskoku panáčika po okamih, v ktorom dosiahne najvyšší bod výskoku“.

Následne, pri hľadaní vysvetlenia ako hračka funguje, sa ukáže, že je rozumné interval čiernej skrinky rozšíriť o „fázu stlačenej pružinky pred výskokom“, resp. uvažovať dve čierne skrinky: pred výskokom (fáza samovoľného narovňavania prstom stlačenej pružinky) a počas výskoku. Pri ďalšom skúmaní prideme na to, že v procese zohráva významnú úlohu ešte jedna skôr nerozlíšená fáza, „od okamihu výskoku po okamih, keď sa vyrovná deformácia pružinky spôsobená tiažou hlavy“. (Obr. 1a)



Obr.1a: Rovnovážne stavy vyskakovacej hračky v pokoji a rozpoznané významné stavy v procese vyskakovacej hračky. (Autorka obrázku: Katarína Teplanová)

Hľadanie (určovanie) hraníc čiernej skrinky nad sledovaným procesom je hra. Čiernu skrinku je možné bez obmedzenia „do“ procesu vkladať a posúvať jej hranice (skrinku rozťahovať alebo skracovať) bez toho, aby sa tým akokoľvek narušil chod sledovaného procesu. Konečný zmysel majú ale len tie fiktívne čierne skrinky, cez ktoré sa podarí porozumieť a zrozumiteľne vysvetliť komplexný dynamický systém, v ktorom sledovaný proces prebieha. Zavedenie čiernej skrinky napomôže „vedcovi“ rozpoznať vedecký vtip. (Obr. 1a, 1b)



Obr. 1b: Vedecký vtíp čiernej skrinky s vedeckou hračkou „vyskakovací panáčik”. (Teplanová 2020)

3.2 Fiktívna čierna skrinka ako nástroj „vedca“

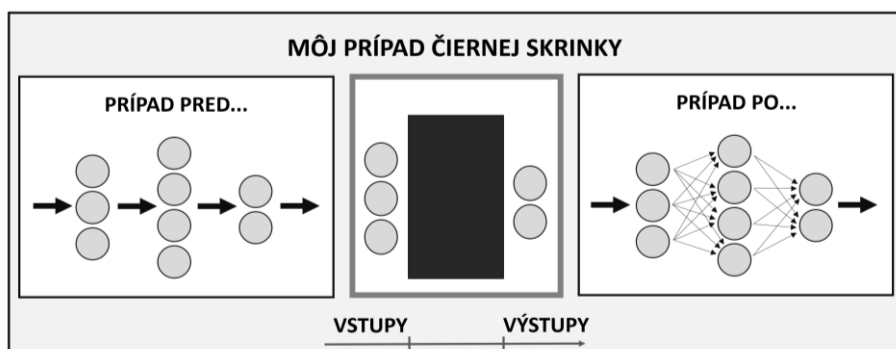
Fiktívna čierna skrinka je pre „vedca“ myšlienkovým nástrojom, ktorým môže bez zásahu sledovať a vysvetľovať ľubovoľný reálny prípad a otvorený vedecký problém⁴, či vedeckú hračku, a robiť to tak dôkladne, aby pochopil ako funguje a na takej úrovni, aby to malo zmysel.

⁴ Pre predstavu využitia Black&Dylan (1998) aplikovali (fiktívnu) čiernu skrinku na výskum hodnotenia vyučovacieho procesu s cieľom dosiahnuť vyššie vzdelávacie štandardy! Len v kontexte tohto výskumu, sledovaným procesom nech je komplexný vyučovací proces. Priestor čiernej skrinky môže byť vymedzený jednou vyučovacou hodinou so žiakmi jednej triedy, celoročným vyučovaním všetkých predmetov jedného ročníka školy či trebárs vzdelávaním všetkých žiakov v republike počas stanoveného obdobia. Na vstupoch nech sú počiatočné vedomosti žiakov z testov. Na výstupoch môžu byť želané štandardy, či reálne dosiahnuté výsledky. A „okamihy zmeny“ môžu nastať nasadením novej vzdelávacej metódy a pod.

„Vedec“ sleduje „všetko“, čo do čiernej skrinky vstupuje a „všetko“, čo z nej vystupuje, pričom „všetko“ predstavuje nutný predpoklad na to, aby malo hranie sa s fiktívnou čiernou skrinkou aj vedecký význam.

„Všetko“ je tu implicitným vyjadrením predpokladu, že systém čiernej skrinky nerobí (vzhľadom na aktuálne zameranie „vedca“) nič navyše, čo do úvah o mechanizme čiernej skrinky nebolo zahrnuté. Že tým, čo do uvažovanej čiernej skrinky vchádza, sa nemení uvažovaný systém čiernej skrinky, ale len jej prejavy. Že najbližšie evidované prejavy čiernej skrinky sú predurčené jej mechanizmom a poslednými evidovanými podmienkami na vstupoch. Inými slovami, ak „vedec“ na výstupoch pozoruje voči vstupom zmeny, tak na tie zmeny nenazerá ako na zmeny v mechanizme čiernej skrinky, ale ako na odozvu mechanizmu čiernej skrinky na posledné vstupy. A v tomto zmysle, vstupy definujú „príčiny“ a výstupy predstavujú „dôsledky“ procesu, ktorý tie príčiny v mechanizme čiernej skrinky spustili.

Záleží na „vedcovej zručnosti“, aby fiktívnu čiernu skrinku zadefinoval tak, že jej „mechanizmus“ sa počas sledovania procesu nemení a tiež, že čierna skrinka je otvorená výlučne (len a len) pre zadefinované „vstupy“ a „výstupy“. Tak, aby jednou čiernou skrinkou sledoval len jeden možný vývoj. Aby sa fyzické zmeny neprejavili na uvažovanom mechanizme a aby sa mohli bádaním odkryť interakcie, ktoré nie sú z prvého pozorovania zjavné. (Obr. 2)



Obr. 2: Symbolické znázornenie významu fiktívnej čiernej skrinky na poznávanie komplexných dynamických procesov. Zľava doprava:

1. vhlád do prípadu pred nasadením čiernej skrinky,
2. bádanie s čiernou skrinkou,
3. nový vhlád do prípadu.

Nájsť v sledovanom procese také „vstupy do“ a „výstupy z“ fiktívnej čiernej skrinky, ktoré umožnia komplexnú interpretáciu sledovaného procesu, nie je spravidla triviálne. Tiež, v priebehu mnohých procesov je možné nájsť aj viacero fiktívnych

čiernych skriniek a každá jedna čierna skrinka môže mať aj viacero podôb, v závislosti od aktuálnej úrovne poznania „vedca“ a konkrétneho zamerania. Na postupné komplexné preskúmanie všetkých podôb fiktívnej čiernej skrinky má „vedec“ myšlienkový nástroj – *formát pre prípad čiernej skrinky SCHOLA LUDUS*.

4 Prípad (fiktívnej) čiernej skrinky SCHOLA LUDUS

Formát SCHOLA LUDUS pre vedecko-poznávacie prípady čiernej skrinky je vytvorený podľa metodológie učenia pre autentické pro-vedecké učenie (sa). (Teplanová 2007; Teplanová a Zelenák 2013).

Prípad čiernej skrinky predpokladá stále zvedavého a zaujatého „vedca“, ktorého hra s vedeckou hračkou natoľko zaujme, že ju povýši na „môj prípad“ a nasadí na ňu fiktívnu čiernu skrinku.

„Vedec“ je na každom stupni svojho poznávania presvedčený, že vidí len časť z prípadu a tú čo nevidí, je určite pre prípad významná a skrytá v čiernej skrinke – ako inak by sa mohol pozorovaný proces uskutočniť. Stačí len čiernu skrinku v prípade objaviť, potom ju odkryť a nakoniec odhaliť jej možnosti.

Svoj prípad čiernej skrinky skúma „vedec“ komplexne a robí to systematicky, po stupňoch a z rôznych uhlov pohľadu. Autentické poznávanie prejavuje aj tým, že skôr než sa pustí do tvorby hypotéz, dôsledne si tvorí a oddelene zaznamenáva celú škálu svojich dojmov, svojich postrehov, svojich názorov a svojich otázok) a až na ich základe pristupuje k tvorbe vlastných hypotéz a ich preverovaniu pomocou experimentov

4.1 Všeobecný formát prípadu

Formát prípadu čiernej skrinky pozostáva z troch poznávacích období P1 – P3 a šiestich stupňov poznávania 1S – 6S. Na hru s prípadom čiernej skrinky má „vedec“ k dispozícii štyri tabuľky, ktoré používa na orientáciu v prípade a dá sa z nich vyčítať aj „základný princíp hry“.

Tabuľka 1 predstavuje schému všeobecnej poznávacej koncepcie prípadu.

Tabuľka 2 predstavuje **všeobecný poznávací rámec prípadu**.

Tabuľka 3 predstavuje formálnu schému **rozvíjania** prípadu čiernej skrinky.

Tabuľka 4 predstavuje princíp učenia so spätnou väzbou.

Schémy uvedené v Tabuľkách (1-4) majú zásadné implikácie do učenia aj pre edukátorov a pre celkový manažment učenia.

4.1.1 Schéma koncepcie prípadu (Tabuľka 1)

Schéma všeobecnej poznávacej koncepcie prípadu vyjadruje hrubú víziu cesty poznávania prípadu čiernej skrinky a predpokladanú dynamiku kognitívneho procesu. Každý zo šiestich stupňov poznávania 1S – 6S je vyjadrený ako jediná fiktívna čierna skrinka, ktorá sa počas poznávania prípadu obohacuje a mení svoje významy:

1S - čiernu skrinku prípadu predstavujú významné okamihy z jej prejavov prípadu,

2S - čiernu skrinku prípadu tvoria praktické modely, ktoré vysvetľujú jej funkciu,

3S - čiernu skrinku prípadu predstavujú teoretické modely, ktoré by mohli vysvetliť jej mechanizmus,

4S - čiernu skrinku prípadu tvoria vedecké modely, ktoré zahŕňajú interakcie,

5S - čierna skrinka predstavuje prípad ako komplexný dynamický systém, vyjadrený v súlade so súčasným vedeckým poznaním,

6S – čiernu skrinku prípadu možno vnímať cez potenciálne aplikácie.

Nad každou čiernou skrinkou je uvedený všeobecný koncept stupňa (*zvláštnosť, funkčnosť atď.*).

Na vstupe do čiernej skrinky je pôvodný pohľad na PRÍPAD, na výstupe je nové poznanie, ktorým sa pôvodný pohľad na nasledujúcom stupni obohacuje. – Obraz prípadu sa zo stupňa na stupeň mení. Na 1S obsahuje „len“ prejavy, na 2S prejavy+funkciu, na 3S prejavy+funkciu+mechanizmus, atď.

Rozdiel medzi vstupom a výstupom, ktorý vyplynie z poznávania čiernej skrinky predstavuje „vedecký vtip“ (pre viac pozri Tabuľku 2):

1S: ČIERNA SKRINKA – PRÍPAD (prejavy) = funkcia

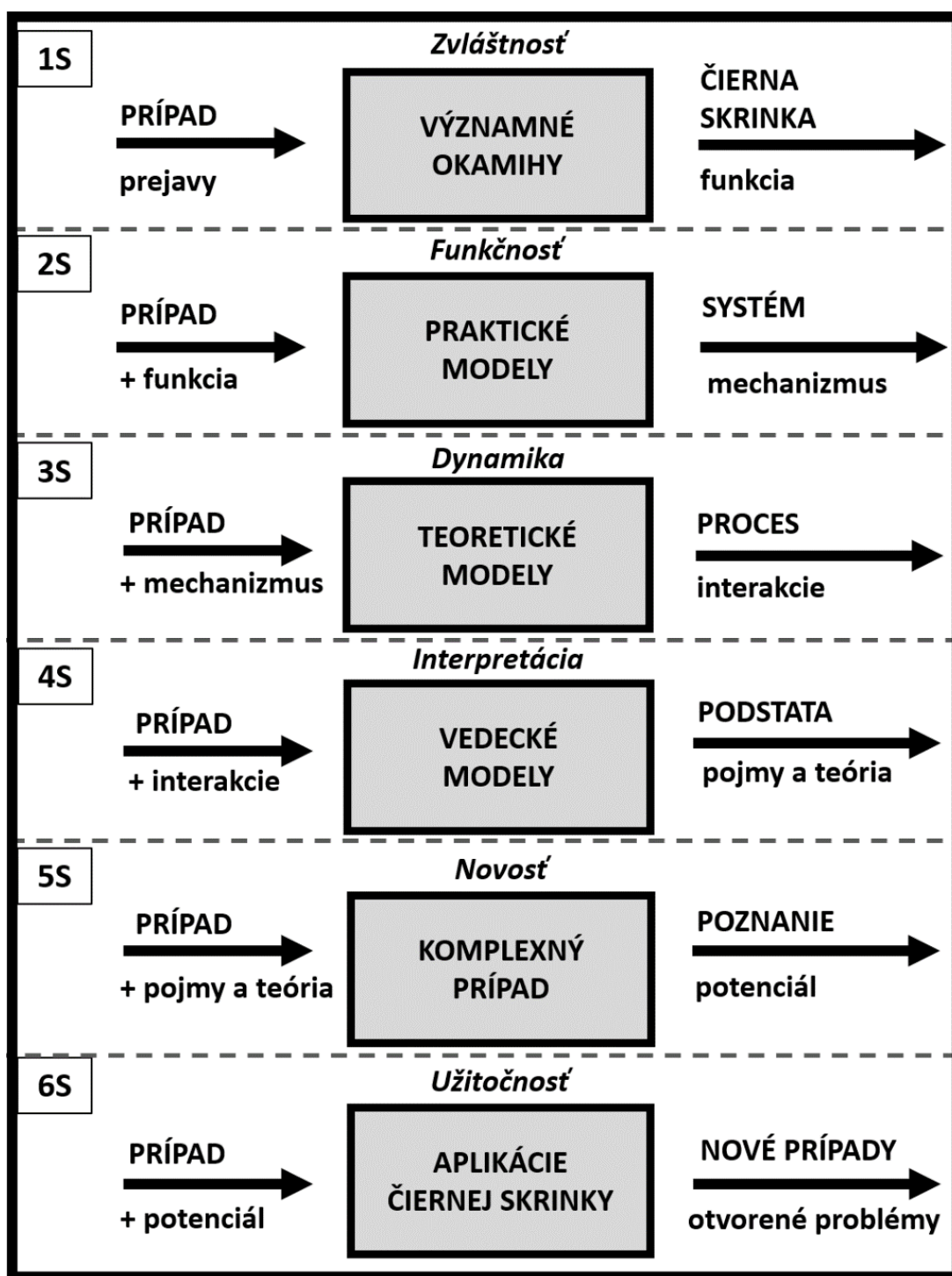
2S: SYSTÉM – PRÍPAD (funkcia) = mechanizmus

3S: PROCES – PRÍPAD (mechanizmus) = interakcie

4S: PODSTATA – PRÍPAD (interakcie) = pojmy, teória

5S: POZNANIE – PRÍPAD (pojmy a teória) = potenciál

6S: NOVÉ PRÍPADY – PRÍPAD (potenciál) = otvorené problémy, výzvy.



Tabuľka 1: Schéma všeobecnej poznávacej koncepcie SCHOLA LUDUS pre formát prípadu čiernej skrinky.

4.1.2 Schéma poznávacieho rámca prípadu (Tabuľka 2)

V Tabuľke 2 sú predstavené rámcové otázky a zameranie, na čo sa na jednotlivých stupňoch poznávania sústrediť a naznačená je tiež všeobecná pointa vedeckého vtipu.

Objavenie a pochopenie vedeckého vtipu na príslušnom stupni poznávania sa považuje za vedcovo osobné kritérium na prechod na vyšší stupeň poznávania.

Na okraji Tabuľky 2 sú uvedené tiež stupne učenia podľa cyklu učenia SCHOLA LUDUS (Teplanová 2009) a ich spojitosť s prípadom čiernej skrinky je vysvetlená nižšie.

Stupne poznávania prípadu čiernej skrinky sa líšia zameraním. (Tabuľka 2) Na vyšší stupeň postupuje „vedec“ potom, čo objaví v čiernej skrinke „vedecký vtip.“ Na každý už riešený stupeň sa môže „vedec“ vrátiť a v hre-výskume pokračovať.

4.1.2.1 Dva stupne poznávania v prvej perióde prípadu čiernej skrinky – P1

Prvý a druhý stupeň patria do prvej periódy poznávania, „vedec“ je presvedčený, že v prípade sa dá nájsť čierna skrinka.

Na prvom stupni poznávania (1S) rozpoznáva *zvláštnosť prípadu*. Pozoruje prejavy prípadu a zachytáva svoje DPNO – dojmy, postrehy, názory, otázky (Teplanová 2020). Rozpoznáva vstup do a výstup z čiernej skrinky a vedecký vtip dosiahne vtedy, keď si uvedomí, nielen čo ho na prípade prekvapilo a zaujalo, ale aj to, čomu zjavne nerozumie. V čom presne spočíva mentálny konflikt medzi poznaným a nepoznaným, čomu nerozumie. Chce zistiť, čím a ako sa dajú také zvláštne prejavy dosiahnuť, ako je niečo také možné, ako čierna skrinka funguje.

Na druhom stupni poznávania (2S) je cieľom „vedca“ odkryť základnú *funkčnosť čiernej skrinky*. Ako dochádza k premene vstupov na výstupy. Odhaliť chce mechanizmus konkrétnej čiernej skrinky, jej časti, zloženie a fungovanie. Čo sa v čiernej skrinke deje po spustení sledovaného procesu. Na základe DPNO vytvorených na 1S formuluje si svoje hypotézy a vedecký vtip dosiahne vtedy, keď pochopí ako relatívne jednoducho sa dá niečo tak zvláštne dosiahnuť. Vtedy, keď sa mu zrazu pôvodne *zvláštnosť* z 1S „zjaví“ ako samozrejmosť. Keď pochopí „základný mechanizmus systému čiernej skrinky“ a položí si otázku o tom, ako v čiernej skrinke prebieha proces.

PRÍPAD ČIERNEJ SKRINKY SCHOLA LUDUS - POZNÁVACÍ RÁMEC „VEDCA“						
Periódy poznávania	Stupne poznávania komplexného dynamického systému					Cyklus učenia SCHOLA LUDUS
	č.	Rámcové otázky a zameranie čo treba vysvetliť a asi ako sa to dá <i>nový prípad</i>	Vedecký vtip v čom môže byť skrytá pointa			
P1 V prípade je určite čierna skrinka!	1S	O čom je tento prípad a kde je čierna skrinka? aktuálny obraz prípadu		zvláštnosť		pozorovanie
	2S	Čo sa deje vnútri, keď vonkajšie prejavy sú práve také? konkrétny chod prípadu		funkčnosť princíp a detaily systému		mapovanie
P2 Čierna skrinka je už (asi) odkrytá, treba ju odhaliť!	3S	<i>nové fakty a prehodnotenie čiernej skrinky</i> Ktoré okamihy procesu sú významné a ako prebieha vývoj v jednotlivých vývojových fázach? idealizované predstavy za rôznych predpokladov		vývoj reálne a ideálne podmienky interakcie		modelovanie
	4S	V čom je teda podstata celého prípadu? teória a virtuálny priebeh prípadu		interpretácia predpoklady a teoretická podstata		zovšeobecňovanie
P3 Čierna skrinka je už (asi) odhalená, treba jej dať dobrý význam!	5S	<i>nové fakty a prehodnotenie čiernej skrinky</i> Rozumiem už prípadu čiernej skrinky správne? pro-vedeckého poznanie komplexného systému		sila pochopenia prípad PO a prípad PRED		osadzovanie
	6S	Sú toto vedecké poznatky, prototyp, či know-how? tvorivé predstavy nových prípadov		užitočnosť poznanie ako výzva		zhodnocovanie

Tabuľka 2.: Všeobecný poznávací rámec prípadu, ktorým sa „vedec neformálne riadi pri hre s prípadom čiernej skrinky. Rámcová otázka a rámcová pointa vedeckého vtipu spolu predstavujú obecné zameranie poznávaného stupňa.

4.1.2.2 Dva stupne poznávania v druhej perióde prípadu čiernej skrinky – P2

Tretí a štvrtý stupeň patria do druhej periódy poznávania. Podľa „vedca“ je už čierna skrinka (asi) odkrytá a chce ju odhaliť!

Na treťom stupni poznávania (3S) sa zameriava na vývoj procesu. Vychádza z hypotéz vytvorených na (2S), realizuje experimenty, v ktorých si všíma vývoj procesu a s týmto zameraním si k nim zachytáva svoje DPNO. V akom stave sa nachádza systém tesne pred spustením procesu. Ako sa proces spúšťa. Ktoré okamihy sú vo vývoji procesu rozhodujúce. Ktoré javy sa uplatňujú a za akých podmienok? A vedecký vtip dosiahne vtedy, keď pochopí ako rôzne sa medzi nasledujúcimi významnými okamihmi môže vyvíjať proces, ktoré interakcie sú pre vývoj procesu rozhodujúce, akú úlohu zohrávajú podmienky-parametre systému. A položí si otázku, *ako sa dá celý proces interpretovať*.

Na štvrtom stupni poznávania (4S) chce na základe svojich DPNO vytvorených na (3S) vytvoriť teóriu, ktorá pospája čiastkové procesy z jednotlivých vývojových fáz do ucelenej teórie prípadu čiernej skrinky. Teóriu, podľa ktorej si bude môcť každý predstaviť ako je z hľadiska prírody možné, že sledovaná čierna skrinka funguje práve tak ako funguje a s týmto cieľom si tvorí hypotézy. Zvažuje predpoklady, definuje podstatné javy a interakcie medzi zložkami systému, zavádza predpoklady, vzťahy. V rámci tvorby hypotéz sa opakovane pýta, či hypotézy vystihujú podstatu, či sú formulované tak, že ich samostatne alebo spolu možno považovať za teóriu, ktorá platí pre celú „triedu“ prípadov, do ktorej patrí aj prípad čiernej skrinky, aj prípady, ktoré sa od pôvodného prípadu líšia len hodnotami parametrov. Pýta sa, či jeho hypotézy môžu pochopiť aj tretie osoby, či sú vedecky korektné a nie sú v rozpore so súčasným vedeckým poznaním a pod. A vedecký vtip dosiahne, keď si pomyslí „heureka, mám to“, vysvetlenie je jasné a jednoznačné. Lenže, v zápätí nasleduje otázka, *v čom spočíva sila vytvorenej teórie a kde sú jej slabiny*.

4.1.2.3 Dva stupne poznávania v tretej perióde prípadu čiernej skrinky – P3

Piaty a šiesty stupeň patria do tretej periódy poznávania. Podľa „vedca“ je už čierna skrinka (asi) odhalená a chce jej dať dobrý význam

Na piatom stupni poznávania (5S) sa zameriava na silu svojej teórie. Vychádza z hypotéz vytvorených v 4S, realizuje experimenty, tvorí si DPNO so zameraním na platnosť vytvorených hypotéz vo vzťahu k prípadu čiernej skrinky. Chce zistiť, nakoľko je jeho výklad prípadu dobrý a či je teória s uvažovanými predpokladmi a obmedzeniami dostatočne realistická. A vedecký vtip dosiahne vtedy, keď si naplno

uvedomí ako sa jeho pohľad na prípad čiernej skrinky zmenil. Ako sa zvláštnosť (1S) stala eminentnou súčasťou zvláštného systému (2S), v ktorom prebieha zaujímavý proces (3S), ktorý dokáže uspokojivo a z rôznych strán vysvetliť (4S). Ako jasne vidí rozhodujúce okamihy procesu, ako rozumie nielen prípadu, ale celej „triede takých prípadov“. A položí si novú otázku: Rozumiem podstate fungovania prípadu čiernej skrinky už tak dobre, že ich dokážem uplatniť aj v celkom iných prípadoch?

Užitočnosť z poznávania prípadu na šiestom stupni poznávania (6S) môže mať mnoho podôb. Môžu to byť predstavy využívania podstaty čiernej skrinky, alebo len princípov a vedeckých pojmov, ktoré „vedec“ (nanovo) objavil či zadefinoval počas hry s prípadom čiernej skrinky. Môže to byť „objavenie“ mechanizmu čiernej skrinky v známych aplikáciách, alebo okamžité nápady na jej využitie v nových prípadoch. Tiež, získaná „užitočnosť sa dlho ani nemusí prejaviť a vedeckým vtipom bude pre „vedca“ aj každý nový objav v budúcnosti, pri ktorom si uvedomí analógiu s „tamtým prípadom čiernej skrinky“, jedno, či fyzickú, myšlienkovú alebo postupovú (metakognitívnu).

4.1.2.4 Stupne cyklu učenia SCHOLA LUDUS v prípade čiernej skrinky

Hra s prípadom čiernej skrinky je v súlade so šesťstupňovým cyklom učenia podľa metodológie učenia SCHOLA LUDUS, vyjadreným postupnosťou 1. pozorovanie, 2. mapovanie, 3. modelovanie, 4. abstrahovanie a zovšeobecňovanie, 5. osadzovanie, 6. zhodnocovanie. (Teplanová 2009; 2010)

Na prvom stupni učenia (1S) žiak „pozoruje“ konkrétnu vec-prípad ako celok, sleduje prejavy prípadu navonok. Tvorí si situácie-pokusy, záznamy, merania, prototypy, modely, simulácie a pod., ktoré pozoruje. Súčasťou pozorovania môže byť aj kvantifikácia. Na základe pozorovaných prejavov objavuje čiernu skrinku. Vstup ako začiatok zaujímavej časti prejavov a výstup ako jej ukončenie.

Na druhom stupni cyklu učenia (2S) žiak prípad „mapuje“. V prejavoch prípadu rozlišuje „zlomové“ okamihy a vývojové fázy. Zvažuje, mechanizmus, ktorý mohol sledované prejavy vyvolať. Čiernu skrinku si predstavuje ako systém zložený z navzájom prepojených častí, ktorý sa „rozchodí“ prijatím vstupov a mapuje-zvažuje, čo za „časti“ to môžu byť a čo sa s nimi môže po rozchodení diať.

Na treťom stupni cyklu učenia (3S) žiak „modeluje“ dynamiku procesu. Ak čierna skrinka obsahuje viacero vývojových fáz procesu, tak každá vyžaduje samostatný teoretický model. Výstup z predchádzajúcej čiernej skrinky predstavuje vstup do nasledujúcej. K jednotlivým vývojovým fázam (čiernym skrinkám) môže vytvoriť aj

viacero alternatívnych modelov, ktoré potom umožňujú lepšie pochopenie prípadu a jeho zovšeobecňovanie.

Na štvrtom stupni cyklu učenia (4S) opäť nazerá na prípad ako na celok, ako na jednu čiernu skrinku. Prípad „zovšeobecňuje“. Zavádza univerzálne pojmy a jednoznačné definície. Z prípadu abstrahuje podstatu. Prípad vníma ako jeden z viacerých podobných, ktorých podstata sa dá vyjadriť spoločnou vedeckou teóriou.

Na piatom stupni cyklu učenie (5S) sa žiak venuje „osadzovaniu“ prípadu do širšieho kognitívneho a metakognitívneho kontextu. Cez poznanie z predošlých stupňov vníma prípad v jeho komplexnosti, ako komplexný dynamický systém. Súčasne si uvedomuje, že prípad, ktorému sa ešte stále venuje ako prípadu čiernej skrinky, je len jedným z mnohých podobných.

Na šiestom stupni učenia (6S) rozpoznáva žiak nové výzvy. Nadobudnuté poznanie z čiernej skrinky prípadu „zhodnocuje“ tým, že si predstavuje prípady, ktorých fungovanie môže mať „podobnú podstatu“. Môžu to byť známe aplikácie, ale aj celkom nové prípady a podobná podstata sa môže týkať rovnako dobre rozvoja vedeckého poznania, všeobecného know-how, ako aj konkrétnych riešení.

4.1.3 Formálna schéma rozvoja prípadu (Tabuľka 3)

Formálna schéma rozvíjania prípadu čiernej skrinky. Formálny rámec prípadu čiernej skrinky obsahuje okrem troch období poznávania a šiestich stupňov poznávania v Tabuľke 2 aj paralelné fázy stupňov. Z Tabuľky 3 je zreteľná formálna podobnosť období a stupňov, odvodená od používania univerzálnych myšlienkových nástrojov.

Schému z tabuľky 2 možno čítať trojako. Ako (1) ako formálnu orientačnú schému pre nelineárny postup poznávania, (2) ako komplexný prístup k poznávaniu, (3) ako formálnu schému, ktorá vyjadruje budovanú štruktúru poznatkov.

„Vedec“ môže so svojou vedeckou hračkou realizovať náhodné pokusy a na základe svojich pozorovaní, pocitov a úvah môže postupne tvoriť, upravovať alebo pridávať ku prípadu svoje položky DPNO a hypotézy. Svoju hru môže vedec „kombinovať“ s tvorbou položiek do pomocných tabuliek PAPPP a OKAMIH (Teplanová 2007), ktoré potom ako celok vystihujú, napríklad, jeho výskumné plány alebo záznamy z myšlienkových procesov. Alebo si môže navrhovať a realizovať experimenty a vyhodnocovať ich vo vzťahu k svojim hypotézam a pod.

PRÍPAD ČIERNEJ SKRINKY SCHOLA LUDUS - „VEDCOVA“ FORMÁLNA SCHÉMA POZNÁVANIA									
Periódypoznávaníapřípadučiernej skrinky	Stupne poznávania prípadu čiernej skrinky					Univerzálne myšlienkové nástroje			
	č.	Moje paralelné fázy stupňov				Moje položky		Moje pomocné tabuľky	
		fáza 1.1	fáza 1.2	...	fáza 1.i	Moje DPNO	Moje hypotézy		
P1	1S			...			PAPPP OKAMIH		
	2S	fáza 2.1	fáza 2.2	...	fáza 2.j				
P2	3S	fáza 3.1	fáza 3.2	...	fáza 3.k				
	4S	fáza 4.1	fáza 4.2	...	fáza 4.l				
P3	5S	fáza 5.1	fáza 5.2	...	fáza 5.m				
	6S	fáza 6.1	fáza 6.2	...	fáza 6.n				

Tabuľka 3. Vedcova formálna schéma poznávania prípadu čiernej skrinky.

Moje DPNO – Dojmy. Postrehy. Názory. Otázky.

Moje hypotézy – Názov. Ohnisko, prípadne Ohnisko a Koncept. Tvrdenie hypotézy. Priradené experimenty a pozorovania a ich aktuálny vzťah k tvrdeniu hypotézy: potvrdzujúci / vyvracajúci / nejasný-nedostatočný / otvorený (ešte neurčený).

Moje PAPPP – Popis. Analýza. Problémy. Priblíženia. Prínosy.

Moje OKAMIH – Ohnisko. Koncept. Analýza. Myšlienky. Informácie. Hodnoty.

PAPPP sa zvyčajne vzťahuje k celému prípadu, OKAMIH (prípadne len OKMH) ku konkrétnemu myšlienkovému procesu.

4.1.3.1 Paralelné fázy stupňa

Na každom stupni môže byť niekoľko paralelných poznávacích fáz (Tabuľka 3), pričom ich počet (i, j, k, l, m, n) závisí od „vedca“, koľkými rôznymi prístupmi, postupmi a spôsobmi si bude prípad na danom stupni poznávania približovať a môže byť na každom stupni iný.

Paralelné fázy stupňa podporujú poznávanie prípadu v jeho komplexnosti. Môžu byť uvažované ako navzájom nezávislé pre alternatívne modely, alebo pre modely uvažované prvoplánovo ako navzájom komplementárne. Môžu sa líšiť prístupom (naratívne, teoretické, štatistické a i.), zložitosťou, spôsobom vyjadrenia (záznamy, popisy, modely, interaktívne tabuľky) a pod. Avšak ich obsahy sa vzťahujú k rovnakému zameraniu stupňa. (Tabuľka 2)

Paralelné fázy stupňa podporujú poznanie prípadu v jeho komplexnosti. Tvorba paralelných fáz rozvíja serióznú predstavivosť a serióznú tvorivosť (viazané na poznávanie stupňov prípadu).

4.1.3.2 Myšlienkové nástroje

V každej perióde poznávania uplatňuje „vedec“ rovnaké základné myšlienkové nástroje, ktorými systematicky tvorí a dopĺňa svoje položky - Moje DPNO (moje dojmy, postrehy, názory, otázky) a Moje hypotézy o čiernej skrinke prípadu (Tabuľka 3). „Vedcove položky“ sa stávajú súčasťou obsahu jeho „Môjho prípadu čiernej skrinky“.

Do „pomocných tabuliek“ PAPPP patria položky: Popis- Analýza-Problémy-Priblíženia-Prínosy, do pomocných tabuliek OKAMIH položky: Ohnisko-Koncept-(Analýza)-Myšlienky-(Informácie)-Hodnoty. Pomocné tabuľky môže „vedec“ využívať podľa svojej potreby a zvyku. Napríklad, môže si tvoriť jednu tabuľku PAPPP k celému prípadu a v nej rozlišovať problémy po periódach, zatiaľ čo tabuľku OKAMIH, resp. jej zredukovanú formu OKMH, môže systematicky využívať ako štruktúru pre svoje tvrdenia hypotéz.

Formulovanie záznamov DPNO a hypotéz a ich ukladanie do formálnej štruktúry prípadu čiernej skrinky (Tab. 3) je významné pre tvorbu vlastného systému poznávania a poznania. Vlastný systém umožňuje „vedcovi“ kedykoľvek neskôr sa k skôr vytvoreným záznamom vrátiť, uložené položky porovnávať navzájom a s podobnými od iných, svoje predstavy s prehľadom prehodnocovať a upravovať.

4.1.4 Všeobecný princíp spätnej väzby (Tabuľka 4)

V rámci učenia (sa) s prípadom čiernej skrinky sa systematicky uplatňuje princíp učenia (sa) v režime spätnej väzby, ktorý zodpovedá postupom, akými tvoria vedecké poznanie vedci.

Aby mohlo byť autentické poznávanie s formátom prípadu čiernej skrinky efektívne, je nutné vynaložiť rovnaké osobné nasadenie na vlastnú hru a priame získavanie vlastných skúsenosti s vedeckou hračkou včítane vlastnej tvorby položiek DPNO a hypotéz a rovnaké osobné nasadenie aj na hranie sa s položkami „rovnakého typu ako vlastné“, ktoré vytvorili a tvoria iní.

Uplatňovanie spätnej väzby podľa Tabuľky 4 znamená, že „vedec“, ktorý rieši prípad čiernej skrinky,

1. po režime vlastnej tvorby položiek DPNO (na stupni 1S, resp. 3S, resp. 5S) aktívne vyhľadáva „DPNO od iných“ (na stupni 2S, resp. 4S, resp. 6S), položky navzájom kriticky porovnáva so svojimi, prípadne svoje upravuje a dopĺňa tak, aby sa z DPNO dali vyťažiť čo najsilnejšie ohniská a koncepty⁵ k tvorbe hypotéz,
2. po režime tvorby vlastných hypotéz (na stupni 2S, resp. 4S, resp. 6S) aktívne vyhľadáva a študuje „hypotézy od iných“ (na stupni 3S, resp. 5S), porovnáva ich s vlastnými, vlastné prehodnocuje, upravuje, spája, dopĺňa o nové.

Uplatňovanie princípu spätnej väzby podľa Tabuľky 4 tiež znamená, že až hypotézy dotvorené v režime spätnej väzby sa stávajú cieľovými modelmi prípadu (Tab.1). A keďže sa poznávanie realizuje pro-vedecky, t.j. v režime otvoreného bádania, modely prípadu z nižšieho stupňa poznávania sa stávajú zdrojom – ohniskom bádania pre tvorbu kvalitatívne nových DPNO – na nasledujúcom vyššom stupni.

K „myšlienkam od iných“ patria myšlienky od iných riešiteľov prípadu na rovnakom stupni poznávania. Môžu nimi byť myšlienky od spolužiakov, od učiteľa a z iných zdrojov, avšak ideálne by k myšlienkam od iných mali patriť odborne a starostlivo vytvorené podklady s hlbokým ontodidaktickým vhľadom.

⁵ Pre ohnisko a koncept pozri myšlienkové nástroje z Tabuľky 3.

PRÍPAD ČIERNEJ SKRINKY SCHOLA LUDUS – PRINCÍP UČENIA (SA) SO SPÄTNOU VÄZBOU			
Periód poznávania	Stupeň poznávania	Aktuálne využívané podklady	Tvorba vlastných položiek
P1 k dispozícii sú prejavy čiernej skrinky	1S	Nový prípad	Moje DPNO
	2S	- DPNO vlastné - DPNO od iných	Moje hypotézy k mechanizmu čiernej skrinky
P2 k dispozícii je mechanizmus čiernej skrinky	3S	- hypotézy vlastné - hypotézy od iných	Moje DPNO
	4S	- DPNO vlastné - DPNO od iných	Moje hypotézy k dynamike čiernej skrinky
P3 k dispozícii je dynamika čiernej skrinky	5S	- hypotézy vlastné - hypotézy od iných	Moje DPNO
	6S	- DPNO vlastné - DPNO od iných	Moje hypotézy k zhodnoteniu čiernej skrinky

Tabuľka 4: Princíp učenia (sa) so spätnou väzbou

4.2 Formát prípadu čiernej skrinky pre portál SCHOLA LUDUS (Tabuľka 5)

Všeobecný formát prípadu čiernej skrinky SCHOLA LUDUS bol vyvinutý ako formát pre individuálne neformálne vzdelávanie autentickým pro-vedeckým poznávaním (Teplanová 2007) prostredníctvom webového portálu⁶. Pri tvorbe sa predpokladalo, že bude vytvorená široká ponuka prípadov z rôznych oblastí a adresáti budú riešiť prípady dobrovoľne, samostatne a bez časového obmedzenia. (Obr. 4) Spôsob zabezpečenia autentického pro-vedeckého poznávania možno vyčítať z Tabuľky 5 v súčinnosti s Tabuľkami 1-4. Stupne poznávania sa „vedcovi“ sprístupňujú postupne, potom čo splní nastavené podmienky.

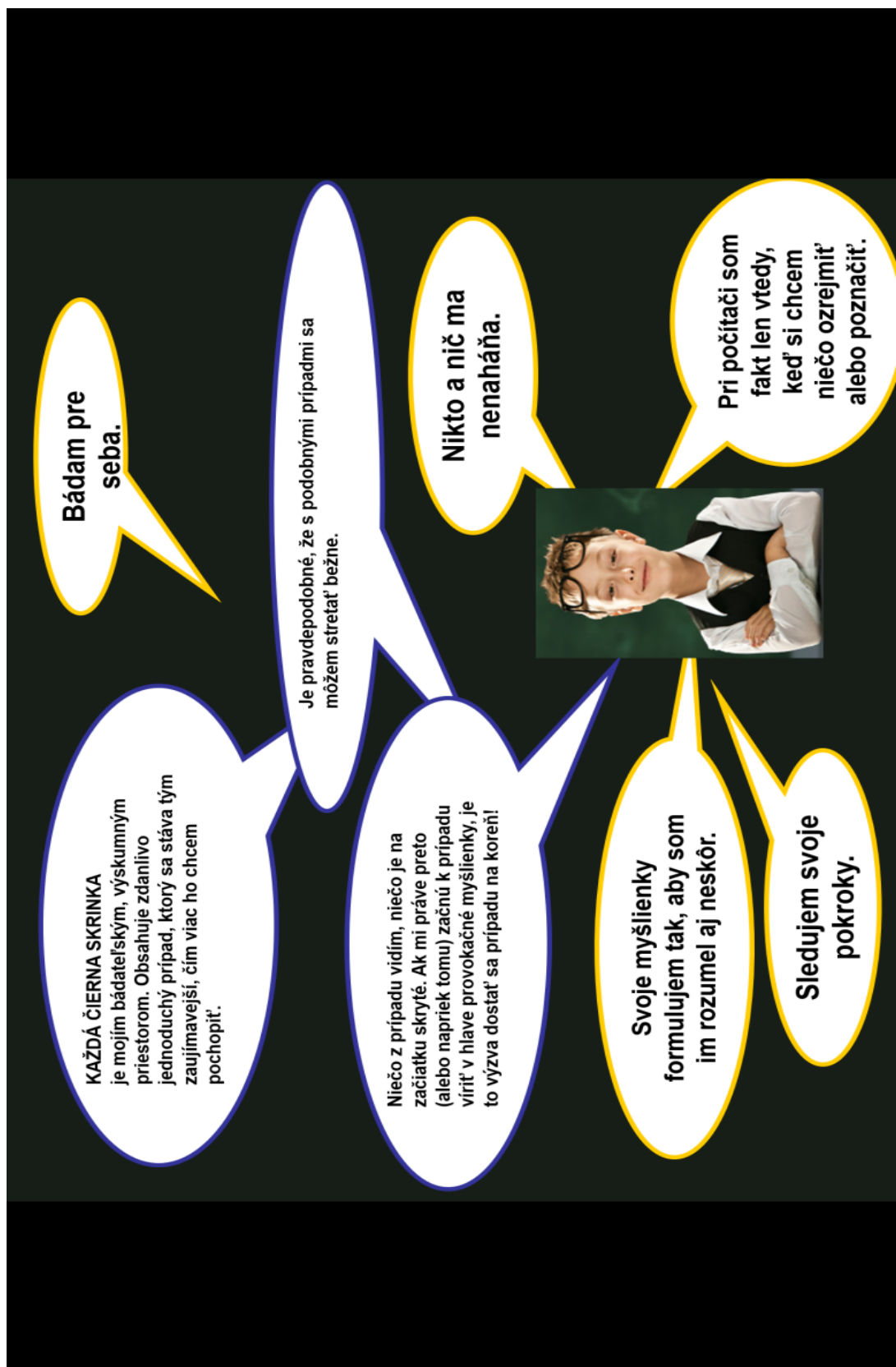
Čierna skrinka prípadu predstavuje pre mňa vec, s ktorou sa hrám a ktorú skúmam. Vymýšľam rôzne možnosti, realizujem POKUSY, tvorím si a formulujem k nej svoje DOJMY, POSTREHY, NÁZORY a OTÁZKY a na ich základe objavujem, tvorím a formulujem HYPOTÉZY, ktoré osadzujem do súčasného vedeckého kontextu a preverujem myšlienkovými a reálnymi EXPERIMENTMI.

Bádateľská metóda čiernej skrinky podporuje a rozvíja objavovanie nikdy predtým nevideného, na prvý pohľad nerozpoznaného. Ten kto s ňou pracuje, sa prirodzene dostáva do stavu vysvetľovania, formulovania, charakterizovania komplexného dynamického systému, podmienok, predpokladov a približovania aj pojmov, ktorých názov (odbornú terminológiu) ešte nepozná, avšak si uvedomuje ich potrebu. Pojmy sám definuje. Je pripravený nové pojmy prijať.

⁶ Funkčný prototyp portálu je inštalovaný na serveri Centra vedecko-technických informácií SR. Chýba personálne zabezpečenie.

MÔJ PRÍPAD ČIERNEJ SKRINKY NA PORTÁLI SCHOLA LUDUS ON-LINE – časti obsahu				
Periód poznávanie	S	ZADANÝ OBSAH		„VEDCOM“ PRIDANÝ VLASTNÝ OBSAH
P1 K dispozícií sú prejavy čiernej skrinky.	1S	Nový prípad, neúplne záznamy z prípadu V prípade je niečo niekde skryté.	Provokácie k 1. stupňu	Moje DPNO P1 PAPPP/OKAMIH
	2S	- Pro-vedecké „DPNO od iných“ k 1. stupňu - Interaktívne tabuľky a kartičky k tvorbe ohnisk pre hypotézy o tom, čo čierna skrinka asi skrýva	Provokácie k 2. stupňu	Moje hypotézy P1 PAPPP/OKAMIH
P2 Sprístupnený je „mechanizmus“ čiernej skrinky.	3S	- Úplne záznamy prípadu Dostupné sú všetky vecné podklady k prípadu. - Pro-vedecké „hypotézy od iných“ k P1	Provokácie k 3. stupňu	Moje DPNO P2 PAPPP/OKAMIH
	4S	- Pro-vedecké „DPNO od iných“ k 3. stupňu - Interaktívne tabuľky a kartičky k tvorbe ohnisk pre hypotézy o tom, ako je taká čierna skrinka možná	Provokácie k 4. stupňu	Moje hypotézy P2 PAPPP/OKAMIH
P3 Sprístupnené je vysvetlenie čiernej skrinky v rôznom priblížení.	5S	- K dispozícií sú úplne záznamy a kľúčové pojmy - Pro-vedecké „hypotézy od iných“ k P2	Provokácie k 5. stupňu	Moje DPNO P3 PAPPP/OKAMIH
	6S	- Pro-vedecké „DPNO od iných“ ku 5. stupňu - Interaktívne tabuľky a kartičky k tvorbe ohnisk pre hypotézy k významu tejto čiernej skrinky - Súvisiace (iné) prípady čiernej skrinky na portáli	Provokácie k 6. stupňu	Moje hypotézy P3 PAPPP/OKAMIH

Tabuľka 5. Môj prípad čiernej skrinky na portáli SCHOLA LUDUS



Obr. 4: Pro-vedecké učenie sa na portáli SCHOLA LUDUS online.

(Zdroj: Teplanová 2014))

4.3 K aplikáciám formátu pre prípad čiernej skrinky

Aplikácia poznávacieho formátu „prípadovej čiernej skrinky“ predpokladá „projektové učenie“ a „prácu na pokračovanie“. Šesť stupňov poznávania, každý s viacerými fázami (Tab. 3) môže v praxi predstavovať aj desiatky tvorivých a zmysluplne využitých hodín strávených nad prípadom s vedeckou hračkou, ktorá môže na začiatku poznávania vyzeráť banálne a ktorá sa s formátom čiernej skrinky môže rozvinúť do mnohých významných tém a prekvapivých súvislostí. Keďže sa prípad čiernej skrinky môže výrazne rozrásť, je od začiatku dôležité zaviesť si do poznávania systém.

Všeobecný formát prípadu čiernej skrinky ponúka priestor pre otvorené, tvorivé a kritické bádanie a učenie autentickým pro-vedeckým poznávaním. Predstavuje rámec, ktorý možno aplikovať na poznávanie ľubovoľnej „vedeckej hračky“, klasickej alebo „vedcovej“ (Teplanová 2020) z ľubovoľnej vednej oblasti, na rôznej poznávacej úrovni a s využitím ľubovoľných vedeckých metód.

Všeobecnú poznávaciu koncepciu (Tabuľkou 1) je možné čítať aj ako dlhodobú víziu pre učenie. Ako postupnosť čiastkových cieľov, budúcich, či už dosiahnutých. Ako posolstvo pre kontinuálne učenie:

poznatie, ktoré vyplynie z učenia na nižšom stupni nesmie byť brzdou pre budúce učenie na vyššom stupni.

Pri hre s prípadom čiernej skrinky nestačí len „pozerať a myslieť tu a teraz“. Dôležité je hrať sa s prípadom systematicky a rozmyšľať štruktúrovane. Rozlišovať medzi dojmami, postrehmi, názormi a hypotézami, formulovať silné otázky a jednoznačné tvrdenia, ktoré smerujú k napĺňaniu stanovených cieľov. „Vedec“ vie, že na formuláciách záleží. Skôr vytvorené myšlienky sa stávajú ďalšími „hernými prvkami“ a podkladom na tvorbu nových.

Hľadanie vedeckých vtipov (Tab. 1 a 2) je cieľ, ktorý „vedca“ baví. Na každom stupni poznávania sleduje „vedec“ iné ciele a využíva na to rôzne prístupy, metódy a vyjadrovacie prostriedky. Cesta poznávania k napĺňaniu jednotlivých stupňov podľa formátu pre prípad čiernej skrinky je ďaleko od priamočiarej.

Otvorenou hrou s prípadom čiernej skrinky sa rozvíja vedecké myslenie. Každý prípad je iný a neexistuje žiadna jediná „vedecká metóda“, ktorou a ako sa dá poznanie prípadu naplniť.⁷ A v tomto kontexte je možné Tabuľku 3 „čítať“ aj ako usporiadaný

⁷ Hoci v školách po celom svete je rozšírená prakticky jediná „vedecká metóda“ založená na tvorbe a overovaní hypotéz a všetko iné sa považuje len za prípravu (Andersen a Hepburn©2015).

nelineárny priestor pre rôzne prístupy a riešenia, vlastné aj od iných a tiež ako stimul k budovaniu vlastného systému poznania.

Aj keď sa otvorené, komplexné a dynamické nazeranie na riešenie prípadu pomocou čiernej skrinky môže zdať príliš „učené“, deťom s nedeformovanou výchovou a vzdelávaním je takýto prístup k poznávaniu hračiek prirodzený a vlastný. Priama hra s vedeckými hračkami rozvíja zmysel pre realitu. Tvorba modelov rozvíja predstavivosť. Tvorba modelov vzťahovaných k realite rozvíja kritické myslenie.

Stačí podchytiť záujem o hračku a len nepriamo ho pro-vedecky usmerňovať. Čierna skrinka skrýva tajomstvo a my ho predsa chceme nájsť a odkryť. A z toho vyplýva aj najťažšie splniteľná úloha: nezabiť záujem a zvedavosť! Rozbehnutý proces poznávania predčasne neukončiť. Neponúkať hotové riešenia, ale scaffolding.⁸

4.4 Miesto prípadu čiernej skrinky vo vzdelávaní

Podľa hierarchie bádateľských aktivít zodpovedá hra s „prípacom čiernej skrinky SCHOLA LUDUS“ *otvorenému bádaniu*. Žiaci riešia problém, ktorý samostatne sformulujú na základe postupu, ktorý sami navrhnu (Rezba, Auldrige a Rhea1999; Bell et al. 2005; Kireš et al. 2016, Tab. 2.1).⁹ Nad rámec týchto hierarchií,

v prípade čiernej skrinky žiaci neriešia jeden problém, ale postupne (po stupňoch) „sériu úzko súvisiacich čiastkových problémov v kontexte vedeckej hračky“.

Učenie autentickým pro-vedeckým poznávaním s prípadmi čiernej skrinky vyžaduje dostatok času na poznávanie a zmenu organizácie učenia.

Aplikácia poznávacieho formátu „prípady čiernej skrinky“ predpokladá „projektové učenie“ a „prácu na pokračovanie“. Šesť stupňov poznávania, každý s viacerými fázami (Tab.3) môže v praxi predstavovať, pre žiakov a učiteľa, aj desiatky tvorivých a zmysluplne využitých hodín strávených nad prípadom s vedeckou hračkou, ktorá môže na začiatku poznávania vyzeráť banálne a ktorá sa s formátom čiernej skrinky môže rozvinúť do mnohých tém a prekvapivých súvislostí.

Potrebný je čas na priame hranie a premýšľanie nad hračkou, čas na osvojovanie si jednotlivých stupňov prípadu, čas na dozrievanie predstáv o prípade, čas na ich

⁸ Pozri. „scaffoldinginquiry“ v (Bell et al. 2005), tiež „Učenie podľa Vygotského a SCHOLA LUDUS“ (Teplanová 2007).
⁹ Respektíve, podľa miery riadenia jednotlivých činností učiteľom, resp. žiakom, *piatej úrovni bádania* (Fradd et al. 2001, Tab. 2.2).

formulovanie a vyjadrovanie vlastných myšlienok. Čas na vytvorenie si „odstupu“ od riešenia čiastkového problému a tvorbu nadhľadu k témam, ktorých sa hračka môže dotýkať. Čas na tematizáciu. Čas na intuíciu. Čas na nápady, na ich realizácie a preverovanie. Žiaci ale nepotrebujú riešiť veľa prípadov čiernych skriniek. Zatiaľ možno s jedným prípadom, ktorý môže byť zadaný, napríklad, ako celoročný školský projekt riešený po etapách, nasledovne.

Projekt je rozdelený minimálne do šiestich etáp (jedna etapa – jeden stupeň). V rámci etapy pracujú žiaci najprv individuálne, viac doma, než v škole a svoje DPNO, respektíve hypotézy poskytnú v stanovenom termíne učiteľovi. Učiteľ si práce žiakov naštuduje a na ich základe zváži priebeh nasledujúcej hodiny, resp. dvojhodiny. (Napríklad, ako rozdeliť žiakov do skupín podľa aktuálnych predstáv o prípade, ich hĺbke, vedeckej korektnosti a pod.)

Učiteľ potrebuje na prípravu hodiny dostatok času z rovnakých dôvodov ako sú popísané vyššie. To tiež znamená, že žiaci musia poskytnúť učiteľovi svoje DPNO, resp. hypotézy v dostatočnom predstihu.

Cieľom spoločných hodín je priama spätná väzba od spolužiakov a učiteľa (Tab. 4), ktorá je dôležitá pre samostané pokračovanie práce žiakov v stávajúcej alebo novej etape projektu, podľa stavu a chápania prípadu žiakmi. V období samostatného riešenia sa môže učiteľ venovať podľa potreby žiakom individuálne.

Realizáciou prípadu čiernej skrinky SCHOLA LUDUS ako projektu sa zásadným spôsobom mení úloha učiteľa. Žiaci poznávajú autenticky a učia sa v spätnej väzbe navzájom. Učiteľ už nefunguje v „ad-hoc reaktívnom režime“¹⁰. Učiteľ je stratégom a, alternatívne, podľa zvolenej stratégie, aj spoluhráčom, mediátorom alebo tútorom. (Teplanová 2020)

Konečnou víziou teórie učenia SCHOLA LUDUS je škola, v ktorej je dominantnou formou učenia „projektové učenie s prípadmi čiernych skriniek“. Škola, v ktorej majú žiaci súbežne rozpracovaných niekoľko prípadov čiernych skriniek, učenie sa im dáva zmysel a učitelia sú zamestnaní tvorivou prácou svojich študentov, s dostatkom času na rozvoj vlastného potenciálu.

Pri tvorbe webového portálu s prípadmi čiernych skriniek (Tab. 5) sa počítalo priamo s možnými prienikmi do školského učenia, s využitím portálu na účely didaktického výskumu a na vzdelávanie učiteľov, počítajúc s tým, že prípady čiernych skriniek budú

¹⁰ „Ad-hoc reaktívnym režimom“ nazývame režim, ktorý je v súčasnej škole spolu s frontálnym učením prevládajúci. Je to režim, v ktorom sa očakávajú len okamžité vzájomné reakcie. Tak, ako prídu, bez hlbšieho premyslenia.

tvoriť odborníci, do tvorby a testovania budú zapojení vysokoškolskí študenti a týmto spôsobom bude možné postupne reálne ovplyvniť paradigmu učenia (sa) a vzdelávania.¹¹

¹¹ Nepočítalo sa však s tým, že Projektová skupina SCHOLA LUDUS na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského bude ako „prebytočné pracovisko“ fakulty v r. 2011, uprostred práce na projekte, ktorý sa riešilaj s podporou štátnej Agentúry na podporu vedy a výskumu pod číslom LPP–0395–09, zrušený. Funkčný prototyp portálu je inštalovaný na serveri Centra vedecko-technických informácií SR.

Zoznam bibliografických odkazov

- ANDERSEN, Hanne and Brian HEPBURN, ©2015. ScientificMethod. In: *StanfordEncyclopedia of Philosophy* [online]. Nov. 13, 2015, part 6.2. [cit. 2020-04-28+]. Dostupné na: <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-method/#PriMetGolSta>
- ASHBY, W. R., 1956. *Anintroduction to Cybernetics*. William Clowes and Sons, Limited. London and Beccles. Zdroj: CÁPAY, Martin and Martin MAGDIN, 2013b. AlternativeMethods of TeachingAlgorithms. In: *Procedia – Social and BehavioralSciences* [online]. 2013, vol. 83, pp. 431 – 436 [cit. 2020-04-15]. ISSN 1877-0428. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/266822777_Alternative_Methods_of_Teaching_Algorithms <http://pespmc1.vub.ac.be/books/IntroCyb.pdf>
- BELL, Randy, SMETANA, Lara and BINNS, Ian (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, Oct. 2005: 30-33. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/228665515_Simplifying_inquiry_instruction
- BLACK, Paul and Wiliam DYLAN, 2010. Inside the Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment. In: *Phi Delta Kappa* [online]. 2010, vol. 80, iss. 2 [cit. 2020-04-16+]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/44836144_Inside_the_Black_Box_Raising_Standards_Through_Classroom_Assessment
- BURIAN, Jan, 2008. Myšlení modelů. In: *Modely mysle* [online]. Bratislava: Vydavateľstvo Európa, s.r.o., s. 9 – 35 [cit. 2020-04-13]. ISBN 978-80-89111-34-3. Dostupné na: http://www2.fiit.stuba.sk/~kvasnicka/Free%20books/Havel_ModelyMysle_all.pdf
- CÁPAY, Martin and Martin MAGDIN, 2013a. Alternative Methods of Teaching Algorithms. In: *Procedia – Social and Behavioral Sciences* [online]. 2013, vol. 83, pp. 431 – 436 [cit. 2020-04-15]. ISSN 1877-0428. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/266822777_Alternative_Methods_of_Teaching_Algorithms
- CÁPAY, Martin and Martin MAGDIN, 2013b. Tasks for Teaching Scientific Approach Using the Black Box Method. In: *Proceedings of the 12th European Conference on e-Learning (ECEL)*. ISBN 978-1-909507-82-1, pp. 64-70. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/266816818_Tasks_for_Teaching_Scientific_Approach_Using_the_Black_Box_Method
- FRADD, S. H. et al., 2001. Promoting! Science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. In: *Bilingual Research Journal*, 2001, vol. 25, iss. 4, pp. 417 – 439. Zdroj: KIREŠ, Marián et al., 2016. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní* [online]. Bratislava: Štátny pedagogický ústav. *cit. 2020-04-12]. ISBN 978-80-8118-155-9. Dostupné na: http://www.statpedu.sk/files/articles/nove_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatelске-aktivity/01cast_a_web.pdf
- HAVERLÍKOVÁ, Viera, 2012. Ako sa tvoria poznatky – poznávanie s využitím metódy čiernej skrinky. In: Marián KIREŠ a Dalibor KRUPA, eds. *Tvorivý učiteľ fyziky V, Národný festival fyziky 2012: zborník*

príspevkov *online+. Bratislava: Slovenská fyzikálna spoločnosť, s. 92 – 98 [cit. 2020-04-14]. ISBN 978-80-970625-7-6. Dostupné na: http://sfs.sav.sk/smolenice/pdf_12/13_haverlikova.pdf

KIREŠ, Marián et al., 2016. Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní [online]. Bratislava: Štátny pedagogický ústav. *cit. 2020-04-12]. ISBN 978-80-8118-155-9. Dostupné na: http://www.statpedu.sk/files/articles/nove_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatelske-aktivity/01cast_a_web.pdf

MUCHOVÁ, Jana a TEPLANOVÁ, Katarína, 2013. Operačný plán pre Virtuálne centrum vedy SCHOLA LUDUS online. Bratislava: CVTI SR. Dostupné na: https://www.cvtisr.sk/buxus/docs//SEE_Science/Operacny_plan_pre_Virtualne_centrum_vedy.pdf

REZBA, Richard J., Teresa AULDRIDGE and Laura RHEA, 1999. Teaching & learning the basic science skills. In: Virginia.gov [online]. 1999 [cit. 2014-07-20] Dostupné na www.pen.k12.va.us/VDOE/instruction/TLBSSGuide.doc

TEPLANOVÁ, Katarína, 2007. Ako transformovať vzdelávanie: stratégie a nástroje SCHOLA LUDUS na komplexné a tvorivé poznávanie a učenie. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum. ISBN 978-80-8052-287-2.

TEPLANOVÁ, Katarína, 2009. SCHOLA LUDUS theory of teaching and learning. In: Conference of Slovak Physicists [online]. Bratislava: Slovak Physical Society. [cit. 2020-04-15]. ISBN 978-80-969124-7-6. Dostupné na: http://www.scholaludus.sk/new/publikacie/KSF_Teplanova.pdf

TEPLANOVÁ, Katarína, 2010. Z teórie a praxe pro-vedeckého učenia SCHOLA LUDUS. In: Zborník príspevkov z III. Odbornej konferencie s medzinárodnou účasťou Quo vadis vzdelávanie k vede a technike na stredných školách [online]. Bratislava: Mladí vedci Slovenska, o.z.; Centrum vedecko-technických informácií SR, *cit. 2020-04-28]. ISBN 978-80-970496-4-5. Dostupné na: http://www.scholaludus.sk/new/publikacie/Teplanova_Quo_vadis_2010.pdf

TEPLANOVÁ, Katarína, 2013. Veda do škôl, cesta k vede. In: Zborník z konferencie Čaro vedy sa začína v škole (Prírodné vedy v slovenskom školstve a ich budúcnosť). 21. júna 2013, Bratislava : Dr. Josef Raabe Slovensko, s.r.o., ISBN 978-80-8140-079-7. Dostupné na: http://www.scholaludus.sk/new/publikacie/zbornik_CARO_VEDY_jun_2013_ISBN.pdf

TEPLANOVÁ, Katarína, 2014. Jedna hlava – jeden žiak, jeden učiteľ a jedno pro-vedecké učenie. In: Marián KÍREŠ a Dalibor KRUPA, eds. Tvorivý učiteľ fyziky VII, Národný festival fyziky 2014: zborník príspevkov *online+. Bratislava: Slovenská fyzikálna spoločnosť, s. 210 – 223 [cit. 2020-04-29]. ISBN 978-80-971450-3-3. http://www.scholaludus.sk/new/SL_online/TU_Teplanova_2014.pdf

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. Kedy je hračka vedeckou a kedy môže byť hra efektívna? In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.*

TEPLANOVÁ, Katarína a Martin ZELENÁK, 2013. Nové formy popularizácie vedy: poznávacie e-prípady SCHOLA LUDUS. In: 20th Conference of Slovak Physicists Proceedings *online+. Bratislava: Slovenská technická univerzita – Fakulta elektrotechniky a informatiky, s. 35 – 38 [cit. 2020-04-14]. ISBN 978-

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. Čo sa dá vyťažiť z vedeckej hračky? In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka*. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.

80-971450-2-6. Dostupné na:

http://www.scholaludus.sk/new/publikacie/KSF_teplanova_zelenak_2013.pdf